

南水北调工程北京段倒虹吸涵洞 结构设计的自动化过程

张孟玫¹, 施法中¹, 石维新², 樊晓婷³

(1. 北京航空航天大学 机械工程及自动化学院, 北京 100083;

2. 北京市水利设计研究院, 北京 100044; 3. 山西省太原市水利局, 山西 太原 030021)

【摘要】 根据南水北调工程北京段涵洞设计的要求, 考虑了箱涵内无水、过设计洪水、过校核洪水以及施工阶段等各种工况, 设计研制了水利涵洞结构设计软件. 采用涵洞结构设计软件, 实现了单孔、双孔及三孔箱涵从参数输入到各种荷载计算、内力计算、配筋计算、抗裂及挠度验算, 以及输出相应的工程图等全过程的计算机辅助设计. 本成果不仅适用于水利涵洞的设计, 也适用于公路、铁路涵洞的设计.

【关键词】 倒虹吸涵洞; 结构设计; CAD; 南水北调工程

中图分类号: TP31+TV675(21)

文献标识码: B

文章编号: 1000-0860(2003)11-0053-02

1 引言

南水北调工程北京段在北京地区长 80 km, 部分采用倒虹吸涵洞的形式进行引水. 北京市水利设计研究院考虑了涵洞的五种工作情况 (1)设计 I, 正常使用, 设计流量水位, 设计洪水 (2)设计 II, 管内无水, 设计洪水 (3)校核 I, 管内过设计流量, 河道无水, 考虑地震作用力 (4)校核 II, 管内无水, 校核洪水 (5)校核 III, 施工期, 其最不利时期采用顶板上覆土 0.5 m 厚时, 采用汽 20 运土机进行回填. 对这五种工况下的每一种情况进行核载计算、内力计算, 进而求出涵洞在五种工况下产生的最大内力, 绘出弯矩包络图, 最终计算并绘出涵洞结构配筋施工图^[1]. 为使结构设计过程准确、迅速, 北京航空航天大学与北京市水利设计研究院联合开发了箱涵结构设计软件, 该软件实现了从各种参数输入到核载计算、内力计算, 直至绘出最大弯矩包络图, 计算并生成涵洞结构设计施工图等涵洞结构设计全过程的 CAD^[2]. 由于软件采用了强大的 Visual C++ 开发平台, 并且软件的整个设计方案是和北京市水利设计研究院联合制定的, 因此可以完全满足工程设计的需要, 具有很好的使用和推广价值.

2 总体设计方案

本软件采取与实际设计一致的过程, 能够实现单

孔、双孔或三孔有压箱涵从各种数据输入到计算荷载、计算内力、抗裂验算、配筋量计算以及绘制相应的施工图等一套完整的计算机辅助设计过程^[3]. 软件主要包括以下模块 (1)数据的交互输入 (2)各种荷载计算; (3)内力计算 (4)配筋计算 (5)绘制施工图 (6)抗裂及挠度验算. 上述各个模块正是涵洞结构设计的各个过程, 在上述各个过程中均可自动生成相应的工程图, 如荷载简图、弯矩图等. 所有生成图形均可打印输出. 设计过程流程如下: 数据的交互输入→荷载计算→内力计算→弯矩包络图→配筋量计算→结构施工图→抗裂及挠度验算.

3 技术特点与功能实现

现以单孔箱涵为例说明涵洞设计过程及本软件功能的实现过程.

3.1 数据的交互输入

本系统的数据输入概括为三部分 (1)输入几何参数, 包括涵洞的孔高、孔宽及顶板底板边墙厚度等, 确定涵洞几何形状的数据, 输入后可以即时显示根据输入数据确定的涵洞形状. (2)输入荷载及地质参数, 主要包括各种水位高程参数, 如涵洞内底高程、地面高程, 设计

收稿日期: 2003-03-03

作者简介: 张孟玫(1966—), 女, 山西大同人, 博士研究生.

洪水位、地质参数如回填料天然及饱和容重等。同时,在荷载及地质参数对话框中可以选择输入相对数值或绝对数值,并可以选择涵洞一侧受土压力或两侧受土压力。(3)输入计算及配筋参数,如利用下拉列表框选择混凝土等级、钢筋等级,输入钢筋直径等参数。通过数据输入,系统可以获得进行后续结构计算的各种数据。

3.2 荷载及内力计算

各种荷载及内力计算是涵洞结构设计过程中的核心内容^[4],设计人员点击相应的菜单后,系统根据输入的各种参数自动绘出荷载简图,输出荷载计算结果。根据荷载计算结果,系统进行内力计算,输出计算结果并生成弯矩图、剪力图及弯矩包络图,并根据弯矩设计值算出配筋量,根据配筋量及选定的钢筋自动生成结构施工图,从而完成了结构设计的核心工作。在内力计算过程中,涵洞的力学简化模型为刚架结构,分别用结构力学中的力法和位移法对涵洞进行了内力计算,北京市水利设计研究院水工设计所用工程实例进行了检测,计算结果正确可靠。图1为一单孔涵洞的荷载简图,图2为其弯矩图,图3为弯矩包络图。

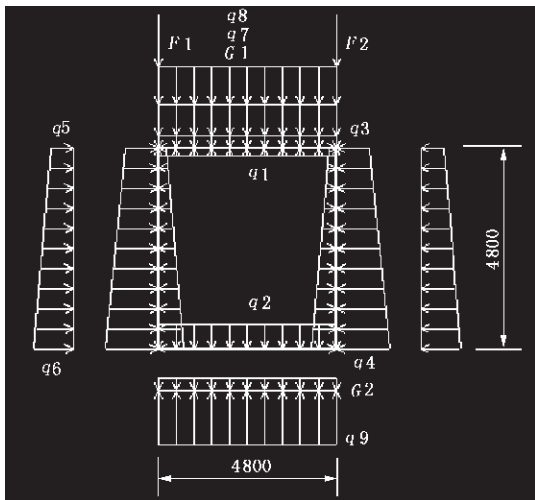


图1 单孔涵洞荷载简图(尺寸单位: mm)

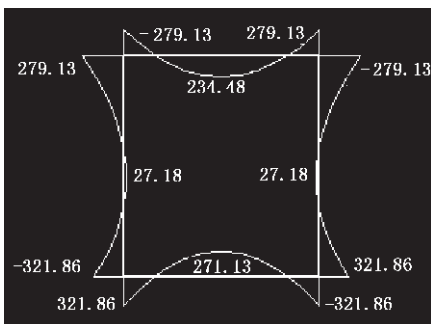


图2 单孔涵洞弯矩图(单位: kN·m)

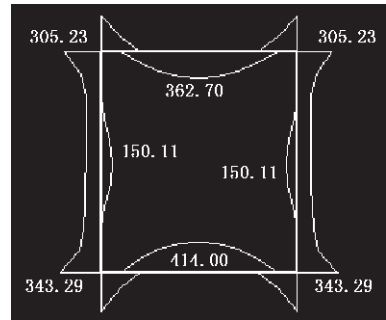


图3 单孔涵洞弯矩包络图(单位: kN·m)

3.3 涵洞结构配筋

涵洞结构配筋施工图是涵洞结构施工的依据。利用涵洞结构设计软件,完成上述步骤后即可最终生成涵洞结构配筋示意图,从而完成涵洞结构设计的全过程。

4 结 语

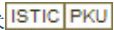
在计算机广泛普及的今天,CAD技术已被广泛应用于各行各业的生产设计过程中^[5,6]。我们从生产设计的实际情况出发,把CAD技术应用于涵洞设计的过程中,圆满地完成了南水北调工程北京段的涵洞设计任务,经北京市水利设计研究院鉴定,其结果正确可靠。同时,它不仅适用于水利涵洞的设计,也适用于公路、铁路涵洞的设计,因此具有很大的推广和使用价值。

参 考 文 献

- [1] 管枫年,洪仁济,徐尚壁. 涵洞[M]. 北京:水利电力出版社,1983. 233-501.
- [2] 赵经文,王宏钰. 结构有限元分析[M]. 北京:科学出版社,2001.15-67.
- [3] 王焕定,章梓茂,景 瑞. 结构力学[M]. 北京:高等教育出版社,2000.29-150.
- [4] 《建筑结构静力计算手册》编写组. 建筑结构静力计算手册[M]. 北京:建筑工业出版社,1974.431-489.
- [5] 黄振国. 土建结构程序设计[M]. 北京:科学出版社,1998.123-333.
- [6] 尚守平,吴炜毅. 土木工程CAD[M]. 武汉:武汉大学出版社,1994. 231-431.

(责任编辑 林雁庆)



作者: [张孟玫](#), [施法中](#), [石维新](#), [樊晓婷](#)
作者单位: [张孟玫, 施法中\(北京航空航天大学, 机械工程及自动化学院, 北京, 100083\)](#), [石维新\(北京市水利设计研究院, 北京, 100044\)](#), [樊晓婷\(山西省太原市水利局, 山西, 太原, 030021\)](#)
刊名: [水利水电技术](#) 
英文刊名: [WATER RESOURCES AND HYDROPOWER ENGINEERING](#)
年, 卷(期): 2003, 34(11)
被引用次数: 2次

参考文献(6条)

1. [管枫年, 洪仁济, 徐尚壁](#) [涵洞](#) 1983
2. [赵经文, 王宏钰](#) [结构有限元分析](#) 2001
3. [王焕定, 章梓茂, 景瑞](#) [结构力学](#) 2000
4. [《建筑结构静力计算手册》编写组](#) [建筑结构静力计算手册](#) 1974
5. [黄振国](#) [土建结构程序设计](#) 1998
6. [尚守平, 吴炜毅](#) [土木工程CAD](#) 1994

相似文献(1条)

1. 期刊论文 [张孟玫, 施法中, 石维新](#) [倒虹吸涵洞结构设计CAD系统的设计与实现](#) -[计算机辅助设计与图形学学报](#) 2003, 15(4)

文中系统是通用的涵洞结构设计软件,它按照涵洞结构设计的实际要求和过程,实现了涵洞从参数输入到各种荷载计算、内力计算、配筋计算、抗裂及挠度验算,以及相应的工程图形输出全过程的计算机辅助设计.其结果正确可靠,它不仅适用于水利涵洞的结构设计,同时也适用于公路和铁路涵洞的结构设计.

引证文献(2条)

1. [张孟玫](#) [箱形涵洞结构设计及其CAD系统的研究与实现](#)[学位论文]博士 2004
2. [石自堂](#) [大型倒虹吸水力学若干问题研究——南水北调中线工程倒虹吸水力设计](#)——[学位论文]博士 2004

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_slstdjs200311017.aspx

授权使用: 华北水利学院(hbslxy), 授权号: 25b5d176-2cbb-4191-8585-9dd000fe68c8

下载时间: 2010年8月12日